R. ISTITUTO SUPERIORE AGRARIO DI PISA
LABORATORI DI PATOLOGIA VEGETALE
E DI BATTERIOLOGIA AGRARIA

8.

R. PEROTTI

PATOLOGIA

DA CONCIMAZIONI «*AD ALTA DOSE*»

PARTICOLARMENTE DI NITRATO

PISA
TIPOGRAFIA MARIOTTI-PACINI
EMILIO PACINI, *Successore*
1927

R. PEROTTI

PATOLOGIA

DA CONCIMAZIONI « *AD ALTA DOSE* »

PARTICOLARMENTE DI NITRATO

Una questione che va agitandosi da qualche tempo è quella dell'impiego dei concimi minerali « ad alta dose ».

Essa è stata posta all'estero ed anche in Italia suscitando non poche vivaci discussioni e dando luogo a responsi totalmente contraddittori da parte della sperimentazione e della pratica.

Il problema investe la patologia vegetale ed anche quella che più specificatamente potrebbe chiamarsi « patologia del terreno ». È da tali punti di vista che qui se ne parla.

Anzitutto però è da intendersi ciò che voglia significare « concimazione ad alta dose ».

È evidente che il quantitativo dei concimi da impiegarsi in una coltivazione è relativo a molte circostanze e principalmente alle seguenti:

1) natura del concime;

2) specie della pianta coltivata;

3) natura dei terreni messi a coltura;

4) clima o disponibilità maggiore o minore di acqua.

In genere però, parlandosi di « alte dosi » non si fanno queste distinzioni e con tale frase si vuole intendere in

ogni caso una somministrazione di fertilizzanti la quale rappresenti *una proporzione corrispondente almeno al triplo ed anche al quadruplo e più delle dosi ordinariamente impiegate e fino ad oggi generalmente consigliate.*

Le formule usuali di concimazione sono state basate di norma, sul consumo degli elementi biogeni della pianta.

Tale consumo è valutato, ad es., per il frumento (Ql. 24 di granella e Ql. 40 di paglia) a circa Kg. 68 di azoto, 33 di anidride fosforica, 42 di potassio ad Ea.; per il riso (risone Ql. 40 e relativa paglia) circa Kg. 91 di azoto, 28 di anidride fosforica, 112 di potassio ad Ea.; per la canapa (Ql. 12 di tiglio) Kg. 45 di azoto, 25 di anidride fosforica, 90 di potassio ad Ea. e così di seguito.

Per le leguminose si hanno cifre molto vicine per l'anidride fosforica ed il potassio, ma per ciò che riguarda l'azoto l'asportazione di esso col prodotto è calcolata intorno a Kg. 240 ad Ea. tenendosi tuttavia conto del fatto che una buona proporzione ne deriva per *induzione* dell'atmosfera.

Di conseguenza, fra le norme fondamentali di concimazione si ha la prescrizione delle seguenti dosi:

Concimi azotati:			
	Solfato ammonico	Ql. 1-2,50	ad Ea.
	Nitrato »	» 1-2	»
	Calciocianamide	» 1-3	»
	Nitrato di sodio	» 1-2,50	»
Concimi fosfatici:			
	Perfosfato minerale	» 4-6	»
Concimi potassici:			
	Cloruro o solfato potassico	» 1-1,50	»

Ora, secondo le vedute dei fautori delle « alte dosi » le proporzioni di alcuni di questi concimi da impiegarsi, dovrebbero notevolmente elevarsi e, per limitarsi ai casi più frequenti nell'uso, il perfosfato minerale dovrebbe impiegarsi fino ad 8-10 Ql. per Ea; il nitrato di sodio fino a Ql. 12 ad Ea. Anzi, stando alle vedute di alcuni agronomi, la soluzione degli alti redditi per le piante a granella, consisterebbe, oltre che nel *trapianto,* nell'impiego di nitrato in dette proporzioni e, correlativamente, di analoghe somministrazioni di perfosfato, eventualmente di sali potassici.

Per un biologo, siffatte enunciazioni non possono non riuscire sospette nel senso che, senza la prova decisiva dei fatti, non si venga a tener conto della diversità dei terreni, della varietà delle colture e sopratutto dei coefficienti generali della produzione, segnatamente della riserva organica del suolo (oltre che dell'umidità) la quale deve concorrere e concorre in realtà grandemente nei fatti fisiologici della pianta superiore si potrebbe dire, in conformità della *legge del minimo.*[1]

I fautori delle concimazioni ad « alte dosi » vorrebbero invece ritenere, in linea di massima, che queste rappresentino un provvedimento razionale in quanto che la immobilità della pianta ritrarrebbe vantaggio dall'*accumulo* in prossimità delle sue radici di concimi minerali poco solubili o solubili, ma insolubilizzantisi sotto forma ritenuta adatta per i fenomeni di assorbimento del terreno oppure per combinazione con la calce e gli ossidi di ferro e alluminio in esso.

Se perciò le prime o modeste somministrazioni di sali potassici e di perfosfati dovessero in un primo tempo sod-

---

[1] PEROTTI R. *La teoria microrganica della concimazione.* Sapientia, Roma 1924.

disfare all'esigenze del potere assorbente del terreno e andare per ciò perdute per l'assimilazione della pianta, le ulteriori somministrazioni rappresentate dalle « alte dosi » sarebbero quelle che unicamente andrebbero a vantaggio di questa.

Invero, il potere assorbente ed adsorbente del suolo costituisce un reale impedimento alla diffusione ed alla assimilazione dei sali concimanti e, se proprio non si può parlare di un annullamento dell'assimilabilità di essi, non si può del tutto negare che questa diventi almeno più lenta.

Ma ciò non dovrebbe portare alla negazione del fatto che in natura e nel terreno agrario esistono agenti e meccanismi (di natura microbiochimica) i quali moderatamente e, secondo le esigenze della pianta, rendono possibile e vantaggiosa la utilizzazione dei materiali adsorbiti o assorbiti.

Quindi le giustificazioni che i partigiani delle « alte dosi » adducono a loro profitto non si vede come a *priori* possano essere accettate, specialmente poi se si deve aver riguardo al rendimento economico delle colture che si affermerebbe esistere in ogni caso.

Però qui non è tutto se la vegetazione delle piante non permettesse di tracciare, almeno nei casi di cui è oggetto nella presente Nota, un vero quadro patologico degli effetti della concimazione « ad alta dose »; effetti che, se hanno la loro prima ragione d'essere in disturbi fisiologici dell'organismo, più o meno profondi, influenzando le condizioni di resistenza della pianta e favorendone la recettività, portano seco gravi attacchi parassitari.

Senza omettere di ricordare che il prolungato trattamento del terreno con dosi esuberanti di perfosfati, nitrati o sali ammoniacali deve provocare in esso tali dannose modificazioni da ridurlo, in breve, in tale stato che, nei rap-

porti della microflora simbionte utile, possa qualificarsi esso stesso *patologico.*

Le ricerche che qui appresso vengono riferite sono state per il momento limitate all' impiego di « alte dosi » concimanti di nitrato potassico su colture di frumento, mais ed erba medica.

Il problema è investito sopratutto dal punto di vista fitopatologico, ma non si è trascurato — chè altrimenti non sarebbe stato possibile — di tener conto del lato economico e di quello del reddito colturale.

Nel caso in esame i risultati conseguiti si riassumono in costatazioni le quali non giustificano menomamente le previsioni e le speranze degli « alto-dosisti ».

I.

Sperimentazione.

Le colture di frumento (Gentil Rosso) e di mais (Quarantino) furono eseguite in una serie di dieci grandi vasi da cm. 30 di diametro nei quali si pesarono kg. 12 di sabbia prevalentemente silicea di fiume grossolanamente stacciata.

Questi vasi si sovrapposero ad adatti *sottovasi* a forma di scodella nella quale si manteneva in permanenza un sottile strato di acqua o di soluzione nitrata.

Il rifornimento di detta soluzione era fatto a diverse concentrazioni le quali venivano preparate diluendo opportunamente una soluzione concentrata di 1:2 di nitrato potassico in acqua.

Tali concentrazioni erano a 0,5 - 1 - 2 - 4 per mille.

A ciascuna di esse si destinarono due vasi di coltura e due altri vasi furono lasciati a *controllo,* impiegando per que-

sto semplice acqua potabile formante come la soluzione un sottile strato permanente nel sottovaso.

Per procedere agevolmente alla somministrazione delle soluzioni queste erano mantenute in grandi bottiglie di Mariotte munite di adatta tubulatura e robinetto.

È da tenersi presente che questa esperienza in un primo tempo mirava a determinare l'*ottimo* di nitrato richiesto dalle colture di frumento e di mais per controllare « l'alta dose » di nitrato proposta e consigliata. Eventualmente poi avrebbero dovuto mettere in evidenza i danni fisiologici e i fenomeni patologici determinantisi per effetto delle « alte dosi » del nitrato impiegate.

Perciò fu prescelto un mezzo di coltura molto povero quale è la sabbia di fiume e non si concimò nè con acido fosforico nè con potassa.

Il *controllo* avrebbe dovuto servire per le opportune deduzioni in confronto degli elementi biogeni naturalmente contenuti nel substrato.

L'esperienza ebbe principio nell'aprile 1924 e le colture di frumento e di mais si succedettero fino all'autunno 1926 nel seguente ordine;

Mais — Frumento — Mais — Frumento — Mais.

Non si tratta di una rotazione, ma di una successione di colture depauperanti per tentare l'esaurimento della riserva alimentare del substrato e portare anche delucidazioni sopra l'asserzione di taluno che con « alte dosi » di nitrato si sarebbe potuto spingere la coltivazione innanzi quasi senza limiti.

Una seconda serie di colture fu eseguita allo stesso modo con erba medica, non perchè questa potesse esigere concimazione azotata ma perchè risultasse l'azione del nitrato su di essa, il suo *ottimo* di concentrazione e gli eventuali

fatti fisiologici e patologici in confronto delle colture di graminacee anzidette.

Questa seconda esperienza ebbe principio nell'autunno 1924 e terminò nell'autunno 1926.

Fu condotta esattamente come la prima esperienza.

Una terza esperienza, seguendo lo stesso metodo, fu istituita dal gennaio al giugno 1927 su frumento marzuolo per determinare l'influenza della concimazione fosfo-potassica in concomitanza delle « alte dosi » di nitrato.

Alla maturazione il prodotto complessivo e (per la erba medica) i successivi tagli, alla distanza di circa un mese ciascuno, venivano raccolti, lasciati essiccare all'aria a costanza di peso e quindi erano pesati.

II.

Risultati colturali

PRIMA SERIE DI ESPERIENZE.

Colture di Mais e di Frumento.

Num. della coltura	Data	Coltura	*Prodotto; peso secco all'aria: gr.*									
			Controllo		Concentrazioni di KNO_3							
					0,5 ‰		1 ‰		2 ‰		4 ‰	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I.	13-5-24 10-10-24	Mais	15.2	15.5	55.5	50.3	55.8	40.7	110.8	115.0	95.7	97.2
II.	5-11-24 9-6-25	Frumento	5,2	5.5	23.0	27.4	28.6	30.0	28.2	29.7	25.0	30.2
III.	10-6-25 26-10-25	Mais	7.0	6.5	32.2	20.3	20.0	27.8	28.0	30.5	23.6	25.0
IV.	12-11-25 15-6-26	Frumento	7.5	5.5	5.8	7.0	9.3	14.0	13.5	18.2	15.7	8.2
V.	10-6-26 4-9-26	Mais	12.5	7.2	40.0	18.5	25.3	22.7	65.0	53.2	50.2	45.5
Somme, per coppie di vasi, del prodotto frumento			23.7		63.2		81.9		89.6		79.1	
Somme, per coppie di vasi, del prodotto mais			63.9		216.8		192.3		405.5		337.2	
Somme complessive . .			87.6		280.0		274.2		492.1		416.3	

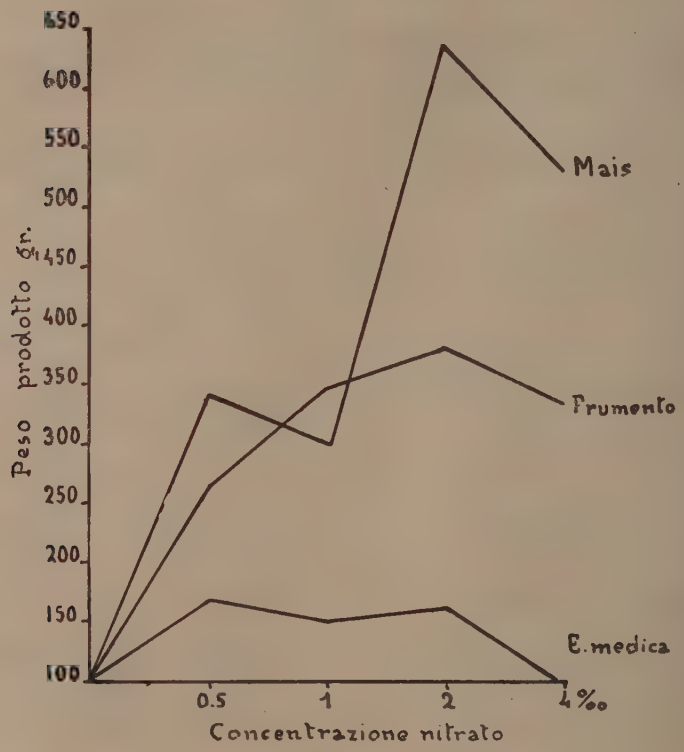
SECONDA SERIE DI ESPERIENZE.

Colture di Erba Medica.

Numero dei tagli	Prodotto; preso secco all'aria: gr.					
	Data	Controllo	KNO_3 0.5 ‰	KNO_3 1 ‰	KNO_3 2 ‰	KNO_3 4 ‰
I.	7-3-25	10.5	12.0	12.7	12.5	10.6
II.	14-5-25	10.2	10.0	10.5	10.8	8.5
III.	15-4-25	5.0	8.0	10.0	11.7	7.5
IV.	3-8 25	5.5	13.7	11.5	13.0	6.5
V.	3-9-25	8.0	12.5	12.2	13.0	7.5
VI.	8-10-25	5.5	8.0	10.5	13.5	5.2
VII.	17-4-26	8.0	11.5	12.3	14.7	10.0
VIII.	29-5-26	12.5	22.3	20.0	22.0	13.2
IX.	2-7-26	12.5	28.3	20.0	20.5	13.8
X.	4-8-26	13.3	27.0	18.2	20.3	12.0
XI.	3-9-26	10.0	18.0	13.5	12.0	8.2
Somme		101.0	171.3	151.4	164.0	93.0

Per migliore intelligenza queste cifre possono trasformarsi in grafici calcolando gli aumenti di prodotto partitamente per ciascuna coltura e assumendo = 100 il prodotto della somma delle coppie di vasi del controllo.

Si ottiene allora:



È intuitivo come la determinazione dell' *ottimo fisiologico* della soluzione di nitrato impiegata non avrebbe potuto essere fatta se non nei primi stadi della coltura, in quanto, per effetto della traspirazione delle piante, l' acqua nutritiva nei meati del substrato, come nei sottovasi, doveva e-

porare e con ciò la soluzione di nitrato progressivamente concentrarsi.

Ora, tenuto conto di tale circostanza, dall' esame delle condizioni dello sviluppo *nei primi periodi* risultò evidente che l' ottimo fisiologico non si corrisponde in tutti i casi; per le graminacee esso risultò con la soluzione al 2 $^0/_{00}$ e per la leguminosa invece risultò con quella al 0.5 $^0/_{00}$.

Successivamente, con l' aumento della concentrazione delle soluzioni, i disturbi fisiologici manifestatisi subito con le concentrazioni elevate, si trasferivano, man mano, sulle altre colture, sì che i risultati finali delle precedenti tabelle forniscono solo un indice *relativo* dell' ottimo fisiologico o teorico delle soluzioni nitrate impiegate.

Essi però illuminano sopra un ottimo che potrebbe dirsi *economico* dei trattamenti, rappresentendo condizioni più o meno realizzantisi nella pratica; in quanto un progressivo accumulo del nitrato nel suolo, somministrato a così « alte dosi » è possibile, non potendosi fare assegnamento sopra il dilavamento completo per effetto delle acque di pioggia.

Considerati gli aumenti del prodotto (somma frumento e mais) ottenuti con la concentrazione al 2 per mille di nitrato si vede che per il frumento l' aumento è stato al massimo (1925) di circa quattro volte quello del controllo; ma la quantità di nitrato impiegato per ottenere tale risultato globale apparisce evidentemente sproporzionata al costo del concime.

Del resto, per meglio valutare dal punto di vista economico l' aumento del prodotto, è utile, mettere in rilievo gli aumenti di esso nei successivi raccolti delle singole colture.

Rapportandosi al prodotto del controllo *iniziale,* preso uguale a cento, i prodotti delle coltivazioni e tagli successivi, per il controllo stesso e per le diverse concentrazioni di nitrato, offrono i seguenti dati:

I) — *Frumento.*

Data	*Prodotti successivi (media delle due prove) peso secco all'aria: gr.*				
	Controllo	Concentrazioni di KNO_3			
		0.5 ‰	1 ‰	2 ‰	4 ‰
1925	100	471.0	547.6	541	515.9
1926	121.4	119.6	217.7	296.2	223.3
Aumento + o Diminuz. — del prodotto	+ 21.4	— 351.4	— 329.9	— 244.8	— 292.6

Di qui si scorge che, mentre nel controllo senza concimazione nitrata il prodotto non trovasi per un primo anno diminuito, anzi si dimostra leggermente aumentato, con i nitrati la diminuzione del prodotto nel secondo anno di coltura è sensibilissima con tutte le concentrazioni e va da gr. 244 a gr. 351 in confronto del primo raccolto.

II) — *Mais.*

Data	*Prodotti successivi (media delle due prove) sostanza secca gr.*				
	Controllo	Concentrazioni di KNO_3			
		0.5 ‰	1 ‰	2 ‰	4 ‰
1924	100	344.6	314.3	735.5	628.3
1925	43.7	171.0	155.7	187.2	158.3
1926	65.0	187.2	156.3	385.0	311.7
Diminuz. massima del prodotto (differ. fra gli anni 1924-25)	— 56.3	— 175.6	— 158.6	— 548.3	— 470.0

Qui si dimostra che la diminuzione del prodotto di mais si mantiene intorno al 50 % per il controllo e le concentrazioni al 0.5 - 1 ‰; mentre per le concentrazioni maggiori la diminuzione supera il 75 %.

III) *Erba Medica.*

Numero dei tagli	*Prodotto dei tagli successivi - Sost. secca gr.:*				
	Controllo	KNO_3 0.5 ‰	KNO_3 1 ‰	KNO_3 2 ‰	KNO_3 4 ‰
I.	100	114.2	120.9	119.0	100.9
II.	97.1	95.2	100.0	102.8	80.9
III.	47.6	76.1	95.2	111.4	71.4
IV.	52.3	130.4	109.5	123.8	61.9
V.	76.1	119.0	116.1	123.8	71.4
VI.	52.3	76.1	160.0	128.5	49.5
VII.	76.1	109.5	117.1	140.0	95.2
VIII.	119.0	212.3	190.4	209.5	125.7
IX.	119.0	269.0	190.4	195.1	131.4
X.	126.6	257.1	173.3	193.3	114.2
XI.	95.2	171.4	128.3	114.2	78.0

Da questa terza tabella si palesa che nel controllo i tagli (tenendo conto che essi non sono stati eseguiti con l'intervallo di uno stesso numero di giorni) danno un prodotto che si mantiene quasi ad un livello costante; mentre aumenta di non molto per la concentrazione del 0.5 ‰, aumenta leggermente per le concentrazioni all' 1-2 per mille e diminuisce in media per quelle al 4 per mille.

Riassuntivamente, senza dar troppo peso alle singole cifre data la poca entità del prodotto, è da asserirsi che per il frumento ed il mais la diminuzione è costante per tutte le concentrazioni e per l'erba medica non si palesa che per la concentrazione massima sperimentata.

In complesso, il risultato dei trattamenti delle colture ad « alte dosi » di nitrato dimostra una progressiva, rapida e forte diminuzione del peso dei prodotti che è indice globale delle condizioni patologiche in cui le piante vennero poste.

Dal punto di vista economico ogni commento apparisce superfluo.

Si è voluto inoltre indagare l'influenza sul risultato stesso del completamento della concimazione con anidride fosforica e potassa.

Procedendosi nell'istesso modo di cui sopra, sono stati allestiti otto vasi rimescolando nella sabbia di ciascuno di essi gr. 10 di fosfato neutro di potassio e, cioè, in notevole eccesso.

L'esperienza, con frumento marzuolo, ebbe inizio il 25 gennaio 1927 e termine il 30 giugno successivo con questi risultati del peso secco del prodotto.

	Sostanza secca
Controllo	gr. 8
id.	» 9
Fosfato, senza nitrato	» 25
id. id. id.	» 15
id. e nitrato 0.5 ‰	» 64
id. id. 1 »	» 65
id. id. 2 »	» 80
id. id. 4 »	» 93

Essi dimostrano un miglioramento negli effetti del nitrato potassico in presenza di anidride fosforica e potassa, ma gli aumenti del prodotto, sono ben lungi dal dimostrarsi proporzionali alle « alte dosi » impiegate.

Disturbi fisiologici nelle colture furono evidenti, in pari grado, sia con l'intervento della concimazione fosfatica, come senza.

La concimazione ad « alte dosi « di nitrato, stando ai risultati delle presenti esperienze — il cui valore per altro non è da esagerare, perchè limitate e fatte in vaso — non autorizza, adunque, a ritenere che le continue somministrazioni di nitrato possano spingere le colture innanzi convenientemente, anche completandone le concimazioni, e che gli eventuali vantaggi dei trattamenti, in linea di massima, debbono essere ritenuti molto modesti ed aleatori dal punto di vista del reddito.

III.

Osservazioni.

In relazione con quanto è stato dedotto dai reperti colturali sopra riferiti, sono da riportarsi le osservazioni fatte durante il periodo delle coltivazioni.

L'aspetto della colture, tanto per il mais come per il frumento, si dimostrò fin dal principio evidentemente proporzionale al peso di nitrato impiegato fino alla concentrazione del 2 per mille.

Per l'erba medica l'aspetto delle colture segnò una evidentissima diminuzione del prodotto verde a partire dal vaso a concentrazione dell' 1 per mille.

Le piante nei vasi in cui il risultato si mostrava sfavorevole apparivano sofferenti e risultarono facilmente attaccate da parassiti vegetali ed animali.

Il frumento fu colpito fortemente da ruggine, da nebbia e da afidi.

Il mais portò a fenomeni di virescenza e di semisterilità degli organi riproduttori.

Il regime alimentare al quale si costrinsero le colture si dimostrò pertanto favorire l'aumento della recettività di queste in confronto dei parassiti.

La fruttificazione fu ritardata e lo sviluppo erbaceo acquistò una grande prevalenza a suo detrimento, cioè che fu reso molto evidente dai risultati della concimazione fosfatica.

Il frumento trattato esclusivamente con nitrato subì fortemente l'allettamento.

L'azione sfavorevole dell'abbondanza dei nitrati sulla vegetazione ed in particolar modo sulla fruttificazione non si può ritenere un fatto nuovo.

É risaputo invero che l'uso esagerato dei concimi azotati di pronta azione, in ispecie se non controbilanciato da quello di altre concimazioni, ha fatali conseguenze sui seminati di frumento e che la maggior parte delle coltivazioni erbacee e legnose in conseguenza di concimazioni azotate eccessive sono più facilmente predisposte e determinate infezioni e a soggiacere ad avversità di carattere diffuso, quasi da sembrare epidemico.

Ma, nel momento in cui si vorrebbe ritornare sopra idee che sono da ritenersi sorpassate, riesumate a proposito delle concimazioni ad « alta dose » di nitrato, è bene che i reperti del superiore studio vengano attentamente considerati perchè i rischi più o meno gravi a cui si espongono le

colture con continuate somministrazioni di tale concime in concentrazioni elevate vengano per quanto è giusto affermati.

CONCLUSIONI.

1. La concentrazione *ottima* delle soluzioni di nitrato potassico somministrate a colture di frumento e di mais è quella al 2 per mille.

2. Nelle colture di erba medica la concentrazione ottima della soluzione alimentare di nitrato potassico è quella del 0.5 per mille; quindi le diverse specie di piante possono avere diverse esigenze nei rapporti della concentrazione dei concimi nitrici del terreno.

3. La concentrazione di questo ottimo, fisiologicamente teorico, non porta, nelle condizioni reali, a risultati favorevoli per quanto riguarda lo stato di sanità delle piante ed il loro reddito colturale.

4. Gli aumenti di prodotto ottenutisi, nei casi in esame, con dette concentrazioni sono relativamente modesti ed hanno appena superato del 400 per cento il prodotto del controllo.

Essi tendono a diminuire, con la successione delle colture, progressivamente e rapidamente.

5. Il quantitativo di concime nitrato che sarebbe necessario per mantenere nell' acqua alimentare dello strato arabile la concentrazione del 2 per mille, *escludendo qualsiasi perdita nel sottosuolo*, dovrebbe essere di circa venti quintali ad ettaro, e, dati i risultati ottenuti nelle esperienze sopra riferite, si scorge facilmente che il prodotto non compenserebbe la spesa del concime.

6. Le piante allevate a mezzo di continuate ed abbondanti somministrazioni di nitrato hanno dimostrato una

maggiore recettività di fronte ai parassiti vegetali ed animali in confronto di quelle del controllo; quindi anche sotto questo riguardo le concimazioni ad « alta dose » di nitrato non si dimostrano razionali.

7. In generale può affermarsi che per i nitrati le concimazioni ad « alta dose » non sono ammissibili dal punto di vista del reddito colturale e della possibilità di rendere praticamente attuabili le condizioni ottime di concentrazione dei nitrati nel terreno.

8. È da ritenersi pertanto che la tecnica da seguirsi nelle concimazioni di nitrato sia quella ormai sanzionata dalla pratica colturale e che nulla debba venire innovato al riguardo.

Pisa, dal Laboratorio di Patologia Vegetale
del R. Istituto Superiore Agrario, giugno 1927.

Estratto dal *Bollettino del R. Istituto superiore Agrario di Pisa.*

Anno 1927.